669.14-122.2+415: 621.983.3.011: 620.172.21

# (144) 三次元分布関数を用いた $r$ 値の計算

川崎製鉄 技術研究所 ○北川 孟, 片山 道雄

## 1. 緒言

薄鋼板の深絞り性は, 引張試験より求められる $r$ 値と密接な関係があることは広く知られている. また $r$ 値は集合組織とも関係づけられ, この関係を結晶のすべり変形から解明しようとする研究が多くなされている.

筆者らは, 三次元分布関数の場合と同様に, 試料に固定してとった直交座標系と, 結晶に固定してとった直交座標系の回転関係をオイラー角で表示し, 各 $\psi$, $\theta$, $\phi$ における5°ごとの各点について, $r$ 値: $r(\psi, \theta, \phi)$ を求めた。これらの値と, 各 $\psi$, $\theta$, $\phi$ における試料の方位成分: $\varpi(\psi, \theta, \phi)$ とから, 試料の $r$ 値を算出し, 引張試験より実測した $r$ 値と比較した. さらに, 長島らの提唱した $D$ 値についても, $D(\psi, \theta, \phi)$ を算出し, これから求めた $r$ 値と筆者らが求めた $r$ 値と比較した.

## 2. 計算方法

「試料に固定した直交座標系」($x$: 引張方向, 圧延方向と一致してとる. $y$: 巾方向, $z$: 法線方向)「結晶座標系」(X: 100, Y: 010, Z: 001),「すべり系における座標系」($x'$: すべり方向, $y'$: すべり面内におけるすべり方向と直交する方向, $z'$: すべり面法線) の3つの座標系を定義し,「試料に固定した座標系」と,「すべり系における座標系」の変換関係を求めた. 各 $\psi$, $\theta$, $\phi$ において $\alpha$-Fe の48個のすべり系すべてについて計算する.「試料座標系」における引張応力テンソルを「すべり系における座標系」に変換し, せん断応力成分より, 48個の Schmid-factor を算出した. つぎに,「すべり系における座標系」において, このせん断応力成分により生じたすべりを, ひずみテンソルで表わし, これを「試料座標系」に変換し, この変換式のうち, 巾方向の成分と法線方向の成分との比から, その方向の $r$ 値: $r(\psi, \theta, \phi)$ を求めた. $r$ 値の算出は, Schmid-factor がある値: $a$ より大きいすべてのすべり系を対象にして行なわれた. $a$ は, 下記の(2)式においてすべての $\varpi(\psi, \theta, \phi)$ について, $\varpi(\psi, \theta, \phi)=1$ (すなわち, 異方向性のない場合) としたとき, $R=1/2$ (すなわち, $r=1$) に近くなるように定めた.

試料の $r$ 値の算出は, (2)式より求めた $\bar{R}(w)$ より行なった. すなわち,

$$R(\psi, \phi, \phi) = r(\psi, \theta, \phi) / \{1 + r(\psi, \theta, \phi)\} \qquad (1)$$

と置換えて,

$$\bar{R}(w) = \int_0^{\frac{\pi}{2}}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\int_0^{\pi} R(\psi, \theta, \phi)\,\varpi(\psi', \theta, \phi)\, d\psi' d\theta d\phi \qquad (2)$$

ここで, $\psi' = \psi + w$. $w$: 引張方向と, 圧延方向のなす角度.

## 3. 結果

(1) $a = 0.10$ としたとき, 異方性のない場合の $r$ 値: $r_{RAND} = 0.988$ が得られたので, 各方位についての $r$ 値の算出は, Schmid-factor が, 0.10 より大きいすべてのすべり系を対象にして行なった.

(2) 同様に Schmid-factor が 0.10 より大きいすべてのすべり系を考慮に入れて求めた $D$ 値より算出した $r$ 値と, 筆者らの方法で算出した $r$ 値は, おおむね一致した.

(3) 従来より知られている単結晶の $r$ 値と, 今回計算した $r$ 値とはよく一致した.

(4) 冷延鋼板の圧延方向と, 圧延方向に直角方向の $r$ 値について, 実測したものと, 計算したものと比較したところ, 比較的よく一致した.